



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Patentschrift
⑩ DE 196 12 692 C 1

⑤1 Int. Cl.⁸:
C23 C 8/16
H 01 L 29/12
H 01 L 21/316

②1 Aktenzeichen: 196 12 692.4-45
②2 Anmeldetag: 29. 3. 96
④3 Offenlegungstag: —
④6 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 20. 11. 97

DE 196 12 692 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

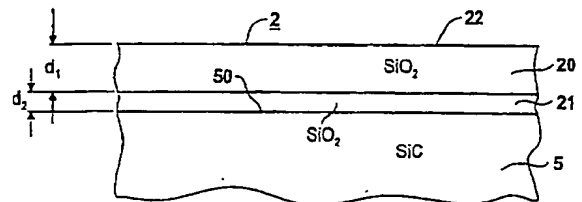
⑦3 Patentinhaber:
Siemens AG, 80333 München, DE

⑦2 Erfinder:
Friedrichs, Peter, 90409 Nürnberg, DE; Schörner,
Reinhold, Dr.-Ing., 91091 Großenseebach, DE

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:
US 54 59 107
US-Z.: J.electrochem.Soc. 142 (1995), No.4,
S.1318-1322;
JP-B.: Technical Digest of International Conference
on SiC and Related Materials, Kyoto, Japan, 1995,
S.211-212;
GB-B.: Properties of Silicon Carbide, EMIS
Datareviews Series No.13 (1995), S.121;

⑤4 Verfahren zum Erzeugen einer Oxidschicht auf Siliciumcarbid und Verwendung des Verfahrens

⑤7 Zum Erzeugen einer Oxidschicht auf einkristallinem Siliciumcarbid (5) wird das Siliciumcarbid (5) erst trocken thermisch oxidiert und anschließend feucht thermisch oxidiert. Die Oxidschicht zeigt sehr gute elektrische Eigenschaften für SiC-MOS-Bauelemente.



DE 196 12 692 C 1

Eine für feldgesteuerte Halbleiterbauelemente verbreitet eingesetzte Struktur ist die Metall-Oxid-Halbleiter(MOS)-Struktur, die aufgebaut ist aus einem Halbleiter, einem auf dem Halbleiter angeordneten dielektrischen Oxid und einer Gateelektrode auf dieser Oxidschicht. Durch Anlegen einer Gatespannung an die Gateelektrode kann der elektrische Widerstand in einem an das Oxid angrenzenden Kanalgebiet im Halbleiter gesteuert werden.

Die für die Funktion und Stabilität von MOS-Bauelementen entscheidenden elektrischen Eigenschaften einer MOS-Struktur werden im wesentlichen durch die Eigenschaften der Grenzfläche zwischen dem Oxid und dem Halbleiter und die Eigenschaften des Oxidvolumens geprägt. Die Eigenschaften der Grenzfläche zwischen Oxid und Halbleiter umfassen die Dichte der festen Ladungen und die Dichte der umladbaren Zustände und können durch Messung der Kapazität C der MOS-Struktur in Abhängigkeit von der angelegten Gatespannung (CV-Messung) ermittelt werden. Die festen Ladungen und umladbaren Zustände an der Grenzfläche verschieben einerseits die Einsatzspannung, d. h. die Gatespannung, ab der sich ein leitfähiger Inversionskanal im Halbleiter ausbildet, und verringern andererseits die Beweglichkeit der Ladungsträger im Inversionskanal. Die Volumeneigenschaften des Oxids umfassen den Leckstrom durch das Oxid bei niedrigen Feldstärken sowie die Durchbruchfeldstärke und können durch Messung des Stromes I durch die MOS-Struktur in Abhängigkeit von der angelegten Gatespannung (IV-Messung) charakterisiert werden. Der Leckstrom im Oxid darf während des Betriebs des MOS-Bauelements nicht zu hoch werden, da sonst durch Ladungsträgerinjektion in das Oxid die Eigenschaften des MOS-Bauelements verändert werden und eine Langzeitstabilität des Bauelements nicht mehr gewährleistet ist. Eine wesentliche Voraussetzung für MOS-Bauelemente ist somit ein Herstellungsprozeß zum Erzeugen hochwertiger Oxidschichten auf dem für die MOS-Struktur vorgesehenen Halbleiter.

Zum Herstellen einer Oxidschicht auf dem Halbleiter Siliciumcarbid (SiC) ist neben chemischer Dampfphasenabscheidung (CVD) die thermische Oxidation des SiC bekannt. Bei der thermischen Oxidation wird die zu oxidierende Oberfläche des SiC bei Prozeßtemperaturen von typischerweise größer 1100°C einer sauerstoffhaltigen Gasatmosphäre ausgesetzt. Der Sauerstoff reagiert chemisch mit dem SiC unter Bildung von Siliciumdioxid (SiO₂) und flüchtigen Kohlenstoffoxid. Bei diesem thermischen Oxidationsprozeß wird das SiC-Material von seiner Oberfläche her aufgebraucht und die SiO₂-Schicht wächst in den SiC-Halbleiter hinein.

Man unterscheidet zwei Grundtypen der thermischen Oxidation, die trockene Oxidation und die feuchte Oxidation (Naßoxidation). Bei der trockenen Oxidation enthält die Oxidations-Gasatmosphäre Sauerstoff mit einem möglichst geringen Wassergehalt, beispielsweise mit einer Restfeuchte von unter 5 ppm. Bei der feuchten Oxidation wird Wasserdampf als wesentlicher Bestandteil der Oxidationsatmosphäre verwendet.

Aus E. Stein v. Kamiński et al., "Defects in differently annealed oxides on 4H- and 6H SiC", Technical Digest of International Conference on SiC and Related Materials, Kyoto, Japan, 1995, Seiten 211–212 ist ein Verfahren zum Erzeugen einer Oxidschicht auf SiC des 4H- und des 6H-Polytyps durch trockene Oxidation oder

feuchte Oxidation bei einer Prozeßtemperatur von 1150°C bekannt. Es wird angegeben, daß die feuchte Oxidation zu besseren Ergebnissen hinsichtlich der festen Ladungen führt als die trockene Oxidation. Das bereits oxidierte SiC wird zum Ausheilen einer auf die Oxidation folgenden Nachbearbeitung (Folge-Ausheilung) (Post-Oxidation-Anneal) in einer Inertgasatmosphäre mit Argon (Ar) oder Stickstoff (N₂) bei einer Temperatur von 1150°C unterzogen. Durch die Folge-Ausheilung werden nach den Angaben der Autoren die Dichte der Grenzflächenladungen und der festen Ladungen sowie der Elektronenhafstellen im Oxid deutlich reduziert.

In A. Rys et al., "Modeling and Characterization of Thermally Oxidized 6H Silicon Carbide", Journal of Electrochemical Society, Vol. 142, No. 4, April 1995, Seiten 1318–1322 wird ein Verfahren zum Erzeugen einer Oxidschicht auf SiC des 6H-Polytyps angegeben, bei dem das SiC in einer feuchten Oxidationsatmosphäre bei Temperaturen zwischen 1100°C und 1250°C oxidiert wird. Die feuchte Oxidationsatmosphäre wird präpariert, indem Sauerstoff durch destilliertes Wasser bei 95°C geleitet wird (Wasserpfeifenprinzip). Nach der Oxidation wird eine Folge-Ausheilung in einer Gasatmosphäre mit Argon, Stickstoff, Wasserstoff oder Helium durchgeführt.

Der Erfindung liegt nun die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Erzeugen einer Oxidschicht auf Siliciumcarbid durch thermische Oxidation anzugeben, so daß die Oxidschicht in einer MOS-Halbleiterstruktur vorteilhafte elektrische Eigenschaften zeigt.

Diese Aufgabe wird gemäß der Erfindung gelöst mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Das Verfahren zum Erzeugen einer Oxidschicht auf Siliciumcarbid umfaßt zwei nacheinander auszuführende Oxidationsschritte. In einem ersten Oxidationsschritt wird das Siliciumcarbid an einer Oberfläche in einer Gasatmosphäre, die einen wenigstens zehnmal größeren Anteil an Sauerstoff als an Wasser enthält, bei Prozeßtemperaturen zwischen 1000°C und 1300°C oxidiert. In einem zweiten Oxidationsschritt wird das nun bereits an seiner Oberfläche mit einer Oxidschicht versehene Siliciumcarbid in einer Gasatmosphäre mit einem über dem 0,15fachen eines Sauerstoffanteils liegenden Anteil an Wasser bei Prozeßtemperaturen zwischen 1000°C und 1300°C weiter oxidiert. Der erste Oxidationsschritt entspricht einer trockenen thermischen Oxidation des Siliciumcarbid, während der zweite Oxidationsschritt einer feuchten thermischen Oxidation des Siliciumcarbid entspricht.

Die Erfindung beruht auf der durch experimentelle Untersuchungen gewonnenen Erkenntnis, daß die Eigenschaften der Grenzfläche zwischen einer thermisch gewachsenen Oxidschicht und Siliciumcarbid bei feuchter Oxidation besser sind als bei trockener Oxidation und daß umgekehrt die Volumeneigenschaften des thermisch auf dem Siliciumcarbid gewachsenen Oxids bei trockener Oxidation besser sind als bei feuchter Oxidation. Ausgehend von dieser Erkenntnis wird das Siliciumcarbid nicht wie beim Stand der Technik mit nur einer Oxidationsart (trocken oder feucht) oxidiert, sondern durch Kombination der beiden Oxidationstypen in der angegebenen, besonderen Reihenfolge, nämlich erst trockene Oxidation und dann feuchte Oxidation. Durch diese besondere Kombination der beiden Oxidationstypen werden die guten Grenzflächeneigenschaften zwischen Oxidschicht und Siliciumcarbid einer feuchten Oxidation und zugleich die guten Volumeneigenschaften in der Oxidschicht einer trockenen Oxidation er-

reicht, bezüglich der elektrischen Eigenschaften also die Vorzüge der trockenen mit denen der feuchten Oxidation vereinigt.

Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen des Verfahrens ergeben sich aus den vom Anspruch 1 abhängigen Ansprüchen.

Demnach werden die Prozeßtemperaturen bei den beiden Oxidationsschritten vorzugsweise zwischen 1050°C und 1250°C eingestellt.

Das Verhältnis von Sauerstoffanteil zu Wasseranteil in der Gasatmosphäre beim ersten Oxidationsschritt wird ferner vorzugsweise auf wenigstens $10^6:1$ (eine Million zu eins) eingestellt.

Beim zweiten Oxidationsschritt wird dieses Verhältnis von Sauerstoffanteil zu Wasseranteil in der Gasatmosphäre dagegen in einer vorteilhaften Ausführungsform unter $1:10$ eingestellt.

Im Anschluß an den zweiten Oxidationsschritt wird in einer besonders vorteilhaften Ausführungsform das an seiner Oberfläche oxidierte Siliciumcarbid in einem ersten Folge-Ausheilungs-Schritt einer Gasatmosphäre mit einem Inertgasanteil von wenigstens 90% bei Prozeßtemperaturen zwischen 1000°C und 1300°C ausgesetzt. Dadurch können Ausheilprozesse in der aufgewachsenen Oxidschicht stattfinden. Die Unterschiede der elektrischen Eigenschaften der erhaltenen Oxide zwischen trockener und feuchter Oxidation bleiben auch nach diesem technologischen Ausheilschritt erhalten.

Ferner kann das an seiner Oberfläche oxidierte Siliciumcarbid nach dem zweiten Oxidationsschritt auch in einer Feuchtoxidations-Gasatmosphäre abgekühlt werden.

Vorteilhaft ist auch ein Abkühlen des an seiner Oberfläche oxidierten Siliciumcarbid nach dem ersten Folge-Ausheilungs-Schritt in einem zweiten Folge-Ausheilungs-Schritt in einer Gasatmosphäre mit einem Inertgasanteil von wenigstens 90%. Der Inertgasanteil kann Stickstoff oder auch wenigstens ein Edelgas enthalten.

Da die feucht oxidierte Teilschicht der Oxidschicht nur für die Grenzfläche zum SiC benötigt wird, kann die Dicke dieser Teilschicht deutlich geringer sein als die Dicke der trocken oxidierten Teilschicht. Vorzugsweise wird mit dem ersten Oxidationsschritt deshalb wenigstens 80% der Schichtdicke der Oxidschicht an der Oberfläche des Siliciumcarbid erzeugt.

Die bevorzugte Anwendung des Verfahrens ist die Oxidation von einkristallinem Siliciumcarbid als Halbleitermaterial.

Die mit einem Verfahren gemäß der Erfindung hergestellte Oxidschicht ist besonders vorteilhaft in einer MOS-Halbleiterstruktur mit einem Halbleitergebiet aus einkristallinem Siliciumcarbid eines vorgegebenen Leitungstyps, einem an einer Oberfläche dieses Halbleitergebiets angeordneten Basisgebiet aus einkristallinem Siliciumcarbid vom entgegengesetzten Leitungstyp wie das Halbleitergebiet, einem durch das Basisgebiet vom Halbleitergebiet getrennten Sourcegebiet aus einkristallinem Siliciumcarbid vom gleichen Leitungstyp wie das Halbleitergebiet, und der auf einer Oberfläche des Basisgebiets angeordneten Oxidschicht, auf der eine Gateelektrode angeordnet ist. Die MOS-Struktur weist eine besonders niedrige Einsatzspannung auf und auch eine hohe Langzeitstabilität und Temperaturstabilität, da eine vorzeitige Degradierung der MOS-Struktur infolge Aufladung des Oxids durch Leckströme vermieden wird.

Zur weiteren Erläuterung der Erfindung wird auf die

Zeichnung Bezug genommen, in deren

Fig. 1 und 2 die beiden Verfahrensschritte des Verfahrens zum Erzeugen einer Oxidschicht auf Siliciumcarbid (SiC),

Fig. 3 das mit der Oxidschicht versehene Siliciumcarbid als Ergebnis der in den Fig. 1 und 2 veranschaulichten Verfahrensschritte und

Fig. 4 ein Ausführungsbeispiel eines MOSFETs in Siliciumcarbid jeweils schematisch veranschaulicht sind. Einander entsprechende Teile sind mit denselben Bezugszeichen versehen.

Fig. 1 zeigt Siliciumcarbid (SiC) 5 mit einer Oberfläche 50. Das Siliciumcarbid 50 kann insbesondere ein vergleichsweise dickes Substrat (Wafer) sein oder auch eine auf einem Substrat abgeschiedene SiC-Schicht. Vorzugsweise ist das Siliciumcarbid 5 halbleitend und vorzugsweise einkristallin aus einem vorgegebenen Polytyp, vorzugsweise 6H oder 4H. Die Oberfläche 50 des Siliciumcarbid 5 wird nun in einem nicht dargestellten Oxidationsofen einer Gasatmosphäre ausgesetzt, die einen Sauerstoffanteil O_2 enthält und weitere Gasanteile, die mit X bezeichnet sind. Die weiteren Gasanteile X können insbesondere Wasserdampf (H_2O) enthalten sowie weitere Gase, die in den Oxidationsprozeß an der Oberfläche 50 nicht oder nur unwesentlich eingreifen (Inertgase). Der Wasseranteil in der Gasatmosphäre $O_2 + X$ beträgt vorzugsweise höchstens ein Zehntel des Sauerstoffanteils O_2 . Unter Anteilen werden dabei und im folgenden Volumenanteile verstanden. Aufgrund des vergleichsweise geringen Wasseranteils in der Gasatmosphäre wird das Siliciumcarbid 5 trocken oxidiert. Der Wasseranteil in der Gasatmosphäre wird vorzugsweise möglichst gering eingestellt und kann durch besondere apparative Maßnahmen unter 1 ppm ($= 10^{-6}$) des Sauerstoffanteils eingestellt werden. Die Prozeßtemperaturen an der Oberfläche 50 werden im allgemeinen zwischen 1000°C und 1300°C eingestellt und vorzugsweise zwischen 1050°C und 1250°C. Der Gesamtdruck der Gasatmosphäre kann dabei variiert werden.

Der Sauerstoff O_2 in der Gasatmosphäre reagiert nun chemisch mit dem Silicium (Si) im Siliciumcarbid 5, und es bildet sich eine thermische Oxidschicht aus Siliciumdioxid (SiO_2) an der Oberfläche 50 des Siliciumcarbid 5. Der Kohlenstoff (C) des Siliciumcarbid 5 reagiert mit dem Sauerstoff O_2 zu Kohlenmonoxid (CO), das als flüchtiges Reaktionsprodukt in die Gasatmosphäre entweicht. Durch den Materialverbrauch weicht die Oberfläche 50 des Siliciumcarbid 5 zurück.

Das Ergebnis dieses thermischen Oxidationsprozesses gemäß Fig. 1 ist eine trocken oxidierte erste Oxidschicht 20 auf der Oberfläche 50 des Siliciumcarbid 5, die in Fig. 2 dargestellt ist. Die Dicke d_1 dieser ersten Oxidschicht 20 kann über die zeitliche Dauer des in Fig. 1 dargestellten Trockenoxidationsprozesses eingestellt werden.

Das mit der ersten Oxidschicht 20 versehene Siliciumcarbid 5 wird nun gemäß Fig. 2 einer Feuchtoxidationsgasatmosphäre ausgesetzt. Diese Feuchtoxidationsgasatmosphäre enthält als für die Oxidation wesentlichen Bestandteil Wasserdampf (H_2O) und weitere Gasanteile Y, insbesondere Sauerstoff (O_2) und gegebenenfalls Inertgase. Diese Gasatmosphäre für die Feuchtoxidation kann beispielsweise pyrogenisch durch Verbrennen von Wasserstoff (H_2) und Sauerstoff (O_2) zu Wasser (H_2O) oder durch Durchleiten von Sauerstoff (O_2) durch siedendes Wasser (H_2O) (Wasserpfeifenprinzip) erzeugt werden. Der Wasseranteil in der Feuchtoxida-

tionsgasatmosphäre $H_2O + Y$ liegt vorzugsweise um wenigstens einen Faktor 10 höher als der Sauerstoffanteil in dieser Gasatmosphäre. Es kann allerdings auch schon mit Wasseranteilen beginnend ab dem etwa 0,15fachen des Sauerstoffanteils in der Feuchtoxidationsgasatmosphäre $H_2O + Y$ gearbeitet werden. Die Prozeßtemperaturen bei dem Feuchtoxidationsprozeß gemäß Fig. 2 liegen im gleichen Temperaturbereich wie beim Trockenoxidationsprozeß gemäß Fig. 1, müssen aber natürlich nicht identisch sein.

Infolge von Diffusion der an der Oxidationsreaktion beteiligten Komponenten durch die erste Oxidschicht 20 oxidiert nun das Siliciumcarbid 5 von seiner Oberfläche 50 her weiter, und es bildet sich eine feucht oxidierte, weitere Oxidschicht unter der ersten Oxidschicht 20, die in Fig. 3 als zweite Oxidschicht 21 dargestellt ist. Die Oberfläche 50 des Siliciumcarbid 5 weicht entsprechend weiter zurück. Die Dicke d_2 der zweiten Oxidschicht 21 wird durch die Dauer des Feuchtoxidationsprozesses gemäß Fig. 2 eingestellt. Da die zweite Oxidschicht 21 hauptsächlich für die guten Grenzflächeneigenschaften zum Siliciumcarbid 5 benötigt wird und die trocken oxidierte, erste Oxidschicht 20 die guten Volumeneigenschaften gewährleistet, wird die Dicke d_2 der zweiten Oxidschicht 21 im allgemeinen kleiner gewählt als die Dicke d_1 der ersten Oxidschicht 20. Vorzugsweise ist das Verhältnis $d_2/(d_1 + d_2)$ höchstens 0,2 und vorzugsweise höchstens 0,1. Das bedeutet, daß der Anteil der zweiten Oxidschicht 21 an der gesamten, aus der ersten Oxidschicht 20 und der zweiten Oxidschicht 21 zusammengesetzten Oxidschicht 2 auf dem Siliciumcarbid 5 bezüglich der Schichtdicken bei höchstens 20% bzw. höchstens 10% liegt. Die Gesamtdicke $d_1 + d_2$ der Oxidschicht 2 liegt im allgemeinen zwischen etwa 20 nm und etwa 100 nm.

Die Prozeßtemperaturen können auch während der Oxidationsprozesse als Funktion der Zeit geändert werden, solange sie in dem angegebenen Temperaturbereich bleiben.

Das in Fig. 3 dargestellte Siliciumcarbid 5 mit der Oxidschicht 2 kann nun in einer nicht dargestellten Ausführungsform einem ersten Folge-Ausheilungs-Schritt unterzogen werden. Bei diesem ersten Folge-Ausheilungs-Schritt wird die in Fig. 3 mit 22 bezeichnete Oberfläche der Oxidschicht 2 einer Gasatmosphäre mit einem Inertgasanteil von wenigstens 90% bei Prozeßtemperaturen zwischen 1000°C und 1300°C ausgesetzt. Ein besonders geeignetes Inertgas ist Stickstoff (N_2) oder auch ein Edelgas, insbesondere Argon (Ar). Durch den ersten Folge-Ausheilungs-Schritt kann die aufgewachsene Oxidschicht 2 ausheilen, was die Eigenschaften der Oxidschicht 2 verbessert und insbesondere die Dichte der festen Ladungen und Haftstellen verlagert.

Im Anschluß an den ersten Folge-Ausheilungs-Schritt kann in einem zweiten Folge-Ausheilungs-Schritt vorzugsweise in derselben Inertgasatmosphäre wie im ersten Folge-Ausheilungs-Schritt das oxidierte Siliciumcarbid 5 mit der Oxidschicht 2 abgekühlt werden auf eine Temperatur, bei der das oxidierte Siliciumcarbid 5 aus dem Oxidationsofen entfernt wird, beispielsweise auf 800°C.

Nach dem zweiten Oxidationsschritt (Feuchtoxidation) ist ferner auch ein Abkühlen in der Feuchtoxidationsgasatmosphäre möglich.

Die mit dem Verfahren erzielten Verbesserungen der Grenzflächeneigenschaften der Oxidschicht sind bei Siliciumcarbid 5 vom p-Leitungstyp noch ausgeprägter als beim n-Leitungstyp.

Vor dem ersten Oxidationsschritt, der Trockenoxidation gemäß Fig. 1, wird im allgemeinen das Siliciumcarbid 5 in den Oxidationsofen eingefahren unter Inertgasatmosphäre, vorzugsweise Stickstoff, vorzugsweise mit geringer Sauerstoffbeigabe und bei einer vorgegebenen Anfangstemperatur, beispielsweise 800°C. Der Oxidationsofen wird dann hochgeheizt auf die gewünschten Prozeßtemperaturen zwischen 1000°C und 1300°C unter Beibehaltung der Gasatmosphäre. Sodann wird bei den nun erreichten Prozeßtemperaturen die Gasatmosphäre ausgetauscht durch die Trockenoxidationsgasatmosphäre.

Fig. 4 zeigt einen lateralen MOS-Feldeffekttransistor (MOSFET), der in Siliciumcarbid gebildet ist. Der MOSFET umfaßt ein Substrat 7 aus einkristallinem SiC eines vorgegebenen Leitungstyps, eine auf diesem Substrat 7 epitaktisch aufgewachsene Halbleiterschicht 6 aus einkristallinem Siliciumcarbid desselben Leitungstyps wie das Substrat 7, ein vorzugsweise durch Ionenimplantation in die Halbleiterschicht 6 erzeugtes Basisgebiet 5, vom entgegengesetzten Leitungstyp wie die Halbleiterschicht 6 und ein Sourcegebiet 3 sowie ein Draingebiet 4, die vorzugsweise durch Ionenimplantation in das Basisgebiet 5, eingebracht sind und durch das Basisgebiet 5, voneinander getrennt werden. Das Sourcegebiet 3 und das Draingebiet 4 sind vom gleichen Leitungstyp wie das Basisgebiet 5. An der Oberfläche 50' des das Sourcegebiet 3 und das Draingebiet 4 verbindenden Teilgebiets (Kanalgebiets) des Basisgebiets 5' ist eine Oxidschicht 2' erzeugt durch eines der zuvor beschriebenen Verfahren. Auf dieser Oxidschicht 2' ist eine Gateelektrode 11 angeordnet. Zur elektrischen Isolation ist ferner eine im Vergleich zur Oxidschicht 2' dicke, weitere Oxidschicht 8 auf den freien Oberflächen des Basisgebiets 5, und der Halbleiterschicht 6 angeordnet, die auch die Gateelektrode 11 von einer dem Sourcegebiet 3 zugeordneten Sourceelektrode 10 und einer dem Draingebiet 4 zugeordneten Drainelektrode 12 elektrisch isoliert. Des weiteren ist ein Halbleitergebiet 9 in das Basisgebiet 5, implantiert mit einer zugehörigen Elektrode 13, das vom gleichen Leitungstyp wie das Basisgebiet 5' ist und das Potential des Basisgebiets 5' bestimmt.

Vorzugsweise ist die Halbleiterschicht 6 vom n-Leitungstyp und das Basisgebiet 5' vom p-Leitungstyp. Das Sourcegebiet 3 und das Draingebiet 4 sind dann entsprechend vom n-Leitungstyp. Eine mit dem Oxidationsverfahren gemäß der Erfindung hergestellte Oxidschicht kann natürlich auch in einem von dem lateralen Aufbau des Ausführungsbeispiels der Fig. 4 abweichenden MOSFET, beispielsweise einem vertikalen MOSFET, eingesetzt werden und auch in allen anderen Siliciumcarbid-Bauelementen mit einer MOS-Struktur.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Erzeugen einer Oxidschicht (2) auf Siliciumcarbid (5), bei dem das Siliciumcarbid (5) an einer Oberfläche (50)
 - a) zunächst in einem ersten Oxidationsschritt in einer Gasatmosphäre mit einem Sauerstoffanteil, der wenigstens zehnmal so hoch ist wie ein Wasseranteil, bei Prozeßtemperaturen zwischen 1000°C und 1300°C oxidiert wird und
 - b) anschließend in einem zweiten Oxidationsschritt in einer Gasatmosphäre mit einem Wasseranteil, der über dem 0,15-fachen eines

Sauerstoffanteils liegt, bei Prozeßtemperaturen zwischen 1000°C und 1300°C weiter oxidiert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem der erste Oxidationsschritt und der zweite Oxidationsschritt jeweils bei Prozeßtemperaturen zwischen 1050°C und 1250°C durchgeführt werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, bei dem der Sauerstoffanteil in der Gasatmosphäre beim ersten Oxidationsschritt wenigstens 1 000 000 mal so hoch wie der Wasseranteil eingestellt wird.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem der Wasseranteil in der Gasatmosphäre beim zweiten Oxidationsschritt wenigstens zehnmal so hoch wie der Sauerstoffanteil eingestellt wird.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem das an seiner Oberfläche oxidierte Siliciumcarbid nach dem zweiten Oxidationsschritt in einem ersten auf die Oxidation folgenden Nachbearbeitungsschritt (Folge-Ausheilungs-Schritt) einer Gasatmosphäre mit einem Inertgasanteil von wenigstens 90% bei Prozeßtemperaturen zwischen 1000°C und 1300°C ausgesetzt wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, bei dem das an seiner Oberfläche oxidierte Siliciumcarbid nach dem ersten Folge-Ausheilungs-Schritt in einem zweiten Folge-Ausheilungs-Schritt in einer Gasatmosphäre mit einem Inertgasanteil von wenigstens 90% abgekühlt wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem das an seiner Oberfläche oxidierte Siliciumcarbid nach dem zweiten Oxidationsschritt in einer Gasatmosphäre mit einem wenigstens dem 0,15fachen eines Sauerstoffanteils entsprechenden Wasseranteil abgekühlt wird.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem mit dem ersten Oxidationsschritt wenigstens 80% der Schichtdicke der Oxidschicht an der Oberfläche des Siliciumcarbids erzeugt wird.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem einkristallines Siliciumcarbid oxidiert wird.
10. Verwendung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 9 zur Herstellung einer Halbleiterstruktur mit
 - a) einem Halbleitergebiet aus einkristallinem Siliciumcarbid eines vorgegebenen Leitungstyps,
 - b) einem an einer Oberfläche dieses Substrats angeordneten Basisgebiet aus einkristallinem Siliciumcarbid vom entgegengesetzten Leitungstyp wie das Halbleitergebiet,
 - c) einem durch das Basisgebiet vom Halbleitergebiet getrennten Sourcegebiet aus einkristallinem Siliciumcarbid vom gleichen Leitungstyp wie das Halbleitergebiet,
 - d) einer auf einer Oberfläche des Basisgebiets angeordneten Oxidschicht, die nach einem Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9 erzeugt ist, und
 - e) einer auf der Oxidschicht angeordneten Gateelektrode.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

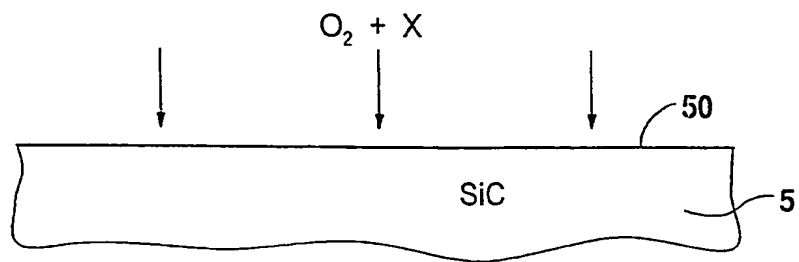


FIG 1

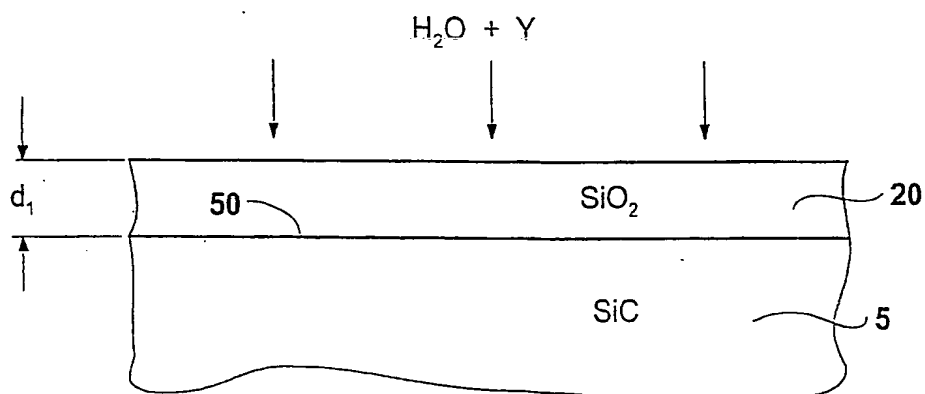


FIG 2

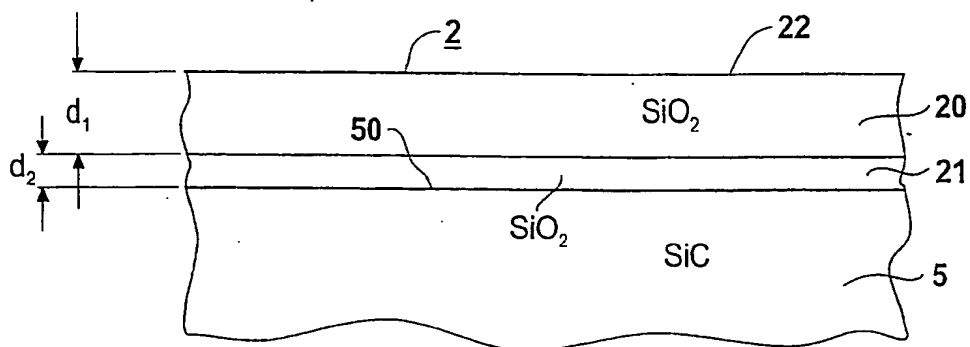


FIG 3

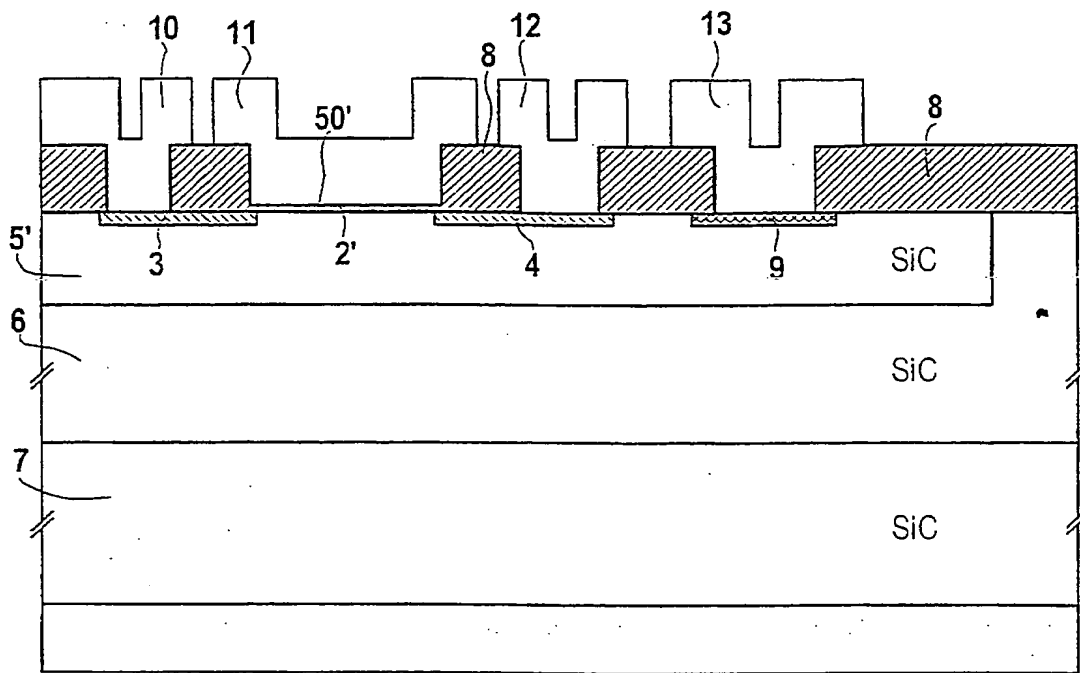


FIG 4